

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-309963  
(P2002-309963A)

(43) 公開日 平成14年10月23日 (2002. 10. 23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-コ-ト\* (参考)

F 0 2 C 9/00

F 0 2 C 9/00

B 3 G 0 7 1

F 0 1 D 17/00

F 0 1 D 17/00

S

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-118626 (P2001-118626)

(22) 出願日 平成13年4月17日 (2001. 4. 17)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 永田 承一

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂製作所内

(72) 発明者 込山 弘哉

神奈川県横浜市西区みなとみらい3丁目3

番1号 株式会社エム・ディ・エス内

(74) 代理人 100102864

弁理士 工藤 実 (外1名)

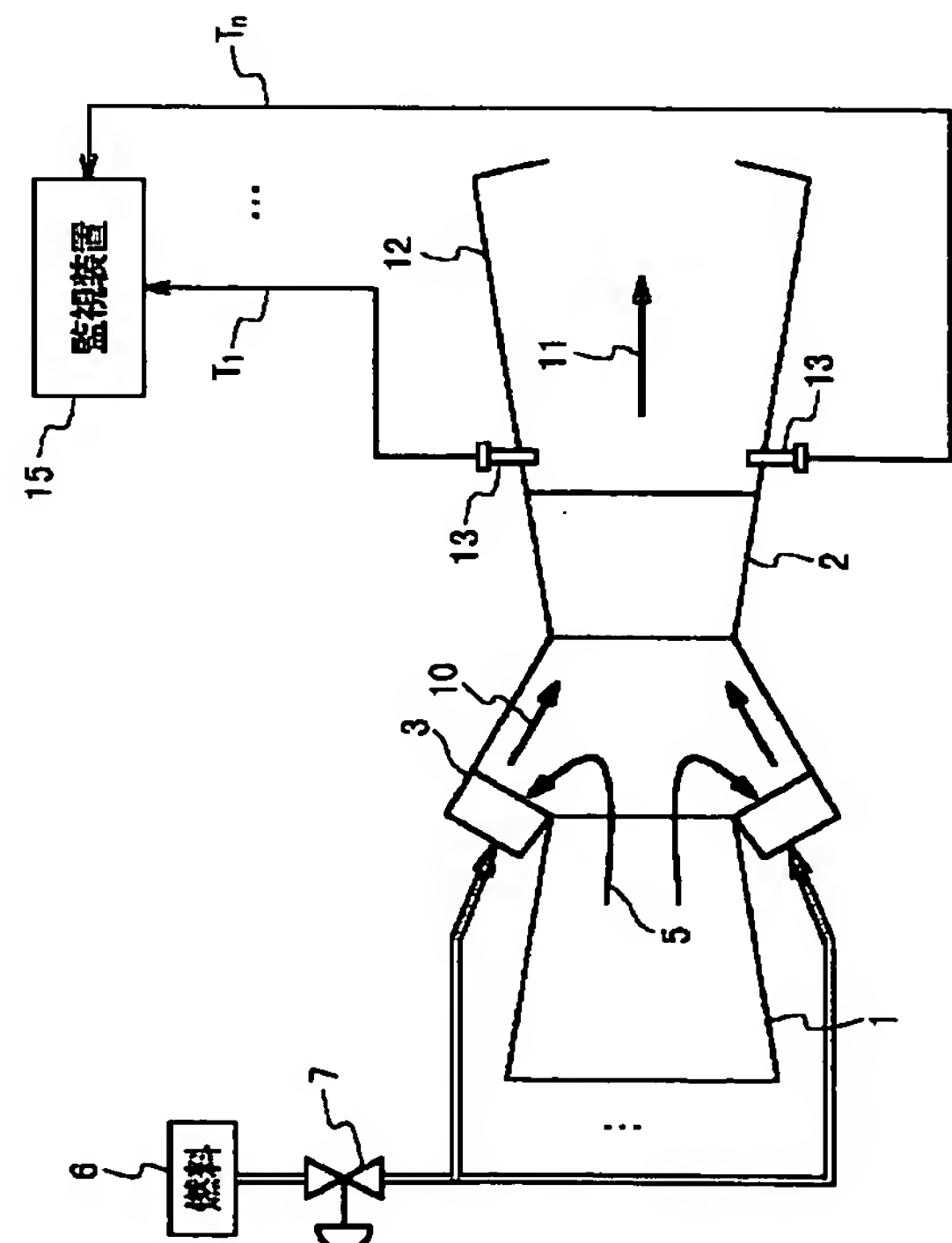
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービンプラント

(57) 【要約】

【課題】 ブレードパス温度を監視して燃焼器の異常を検出するガスタービンプラントであって、ブレードパス温度に異常でない変動が発生しても、異常発生を検出の感度が高いガスタービンプラントを提供する。

【解決手段】 本発明によるガスタービンプラントは、燃料ガス (10) を発生する燃焼器 (3) と、燃焼ガス (3) によって駆動され、タービン出口から排気ガス (11) を排出するタービン (2) と、タービン出口の近傍の温度を測定する温度測定器 (13) と、タービン出口の近傍の温度の時間変化である温度変化に基づいて、当該ガスタービンプラントの異常を示す警告信号を発生する監視装置 (15) とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料ガスを発生する燃焼器と、  
前記燃焼ガスによって駆動され、タービン出口から排気ガスを排出するタービンと、  
前記タービン出口の近傍の温度を測定する温度測定器と、  
前記温度の時間変化である温度変化に基づいて、当該ガスタービンプラントの異常を示す警告信号を発生する監視装置とを備えるガスタービンプラント。

【請求項 2】 請求項 1 記載のガスタービンプラントにおいて、  
前記監視装置は、  
前記タービンの出力に対応する物理量に基づいて、許容量を定める許容量決定器と、  
前記温度変化と前記許容量とを比較して、前記警告信号を発生する判定器とを含むガスタービンプラント。

【請求項 3】 請求項 1 記載のガスタービンプラントにおいて、  
前記温度は、前記タービン出口の近傍にある  $n$  箇所の温度である第 1 ～ 第  $n$  温度 ( $n$  は自然数) を含み、  
前記監視装置は、  
前記第 1 ～ 第  $n$  温度の平均である平均温度を算出する平均演算器と、  
前記平均温度と、前記第 1 ～ 第  $n$  温度のうちの 1 つとの温度差の時間変化である温度差時間変化に基づいて、当該ガスタービンプラントの異常を検出する温度差変化判定器とを含むガスタービンプラント。

【請求項 4】 請求項 3 記載のガスタービンプラントにおいて、  
前記監視装置は、  
更に、  
前記タービンの出力に対応する物理量に基づいて、許容量を定める許容量決定器と、  
前記温度差時間変化と前記許容量とを比較して、当該ガスタービンプラントが異常であるか否かを示す警告信号を発生する判定器とを含むガスタービンプラント。

【請求項 5】 請求項 2 又は請求項 4 記載のガスタービンプラントにおいて、  
前記物理量は、前記出力であるガスタービンプラント。

【請求項 6】 請求項 4 記載のガスタービンプラントにおいて、  
前記物理量は、前記平均温度であるガスタービンプラント。

【請求項 7】 請求項 2 又は請求項 4 記載のガスタービンプラントにおいて、  
前記物理量は、前記排気ガスの温度であるガスタービンプラント。

【請求項 8】 請求項 2 又は請求項 4 記載のガスタービンプラントにおいて、  
前記燃焼器は、燃料を燃焼して前記燃焼ガスを発生し、

前記物理量は、前記燃焼器に供給される前記燃料の量であるガスタービンプラント。

【請求項 9】 請求項 2 又は請求項 4 記載のガスタービンプラントにおいて、  
更に、前記燃焼器に燃料を供給する燃料制御弁を備え、  
前記燃焼器は、燃料を燃焼して前記燃焼ガスを発生し、  
前記物理量は、前記燃料制御弁の開度であるガスタービンプラント。

【請求項 10】 燃料ガスを発生すること、  
前記燃焼ガスをガスタービンに供給して前記ガスタービンを駆動すること、  
排気ガスが排出される前記ガスタービンのタービン出口の近傍の温度を測定すること、  
前記温度の時間変化である温度変化に基づいて、当該ガスタービンプラントの異常を示す警告信号を発生することとを備えるガスタービンプラントの運転方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガスタービンプラントに関する。本発明は、特に、タービン出口の温度を監視して異常を検出する監視装置を備えたガスタービンプラントに関する。

## 【0002】

【従来の技術】ガスタービンプラントでは、ガスタービンのタービン出口の近傍の温度、即ち、ブレードパス温度を監視して、燃焼器の異常を検出することが行われている。図 7 は、このようなガスタービンプラントの一例を示す。図 7 に示されているガスタービンプラントは、圧縮機 101、ガスタービン 102、燃焼器 103、及び発電機 104 を含む。圧縮機 101 は、外部の空気を取り込んで圧縮し、圧縮空気 105 を生成する。圧縮空気 105 は、燃焼器 103 に導かれる。

【0003】燃焼器 103 には、燃料 106 が供給される。燃焼器 103 は、燃料 106 を圧縮空気 105 に加えて燃焼し、燃焼空気 110 を生成する。燃焼空気 110 は、タービン 102 を駆動した後、排気ガス 111 として排気部 112 に排出される。

【0004】ガスタービン 102 のタービン出口の近傍には、温度検出器 113 が設けられている。温度検出器 113 は、一の円周上にある  $n$  箇所に等間隔で設けられている。温度検出器 113 は、ガスタービン 102 のタービン出口の近傍の複数箇所の温度  $T_1 \sim T_n$  を検出し、監視装置 115 に出力する。

【0005】監視装置 115 は、温度  $T_1 \sim T_n$  と所定の目標値との偏差に基づいて、当該ガスタービンプラントの異常を検出する。監視装置 115 は、その偏差がある許容量よりも大きいとき、当該ガスタービンプラントに異常が発生していると判断し、警告信号を発する。

【0006】しかし、タービン出口の近傍の温度  $T_1 \sim T_n$  は、当該ガスタービンプラントが正常に動作してい

るときも、変動し得る。ガスタービンプラントの出力が変化すると、スワラーが起こり、燃焼器103が出力する燃焼ガス110が捻れてタービン102を通過する。燃焼ガス110が捻れると、ブレードパス温度 $T_1 \sim T_n$ が変動する。このようなブレードパス温度 $T_1 \sim T_n$ の変動は、燃焼器103の異常に起因するものではない。

【0007】したがって、ブレードパス温度 $T_1 \sim T_n$ の変動を考慮すると、温度 $T_1 \sim T_n$ と所定の目標値との偏差の許容量を小さくすることによって、燃焼器の異常の検出感度を高めることには一定の限界がある。

【0008】異常でない変動が発生しているブレードパス温度を監視して燃焼器の異常を検出するガスタービンプラントでは、異常発生を検出の感度を高くできることが望まれる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、ブレードパス温度を監視して燃焼器の異常を検出するガスタービンプラントであって、ブレードパス温度に異常でない変動が発生しても、異常発生を検出の感度が高いものを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】その課題を解決するための手段は、下記のように表現される。その表現中に現れる技術的事項には、括弧（ ）つきで、番号、記号等が添記されている。その番号、記号等は、本発明の複数の実施の形態のうちの、少なくとも1つの実施の形態を構成する技術的事項、特に、その実施の形態に対応する図面に表現されている技術的事項に付せられている参照番号、参照記号等に一致している。このような参照番号、参照記号は、請求項記載の技術的事項と実施の形態の技術的事項との対応・橋渡しを明確にしている。このような対応・橋渡しは、請求項記載の技術的事項が実施の形態の技術的事項に限定されて解釈されることを意味しない。

【0011】本発明によるガスタービンプラントは、燃料ガス(10)を発生する燃焼器(3)と、燃焼ガス(3)によって駆動され、タービン出口から排気ガス(11)を排出するタービン(2)と、タービン出口の近傍の温度を測定する温度測定器(13)と、タービン出口の近傍の温度の時間変化である温度変化( $|\Delta t T_1|$ 、 $|\Delta t T_1|'$ )に基づいて、当該ガスタービンプラントの異常を示す警告信号( $AL-1 \sim AL-n$ )を発生する監視装置(15)とを備えている。

【0012】このとき、監視装置(15)は、タービンの出力(P)に対応する物理量に基づいて、許容量(R)を定める許容量決定器(36~39)と、前記温度変化と許容量(R)とを比較して、警告信号( $AL-1 \sim AL-n$ )を発生する判定器(35)とを含む。

【0013】また、前記温度は、タービン出口の近傍に

あるn箇所の温度である第1~第n温度(nは自然数)( $T_1 \sim T_n$ )を含むことがある。このとき、監視装置(15)は、第1~第n温度の平均である平均温度( $T_{AVE}$ )を算出する平均演算器(21)と、平均温度( $T_{AVE}$ )と、前記第1~第n温度( $T_1 \sim T_n$ )のうちの1つとの温度差の時間変化である温度差時間変化に基づいて、当該ガスタービンプラントの異常を検出する温度差変化判定器(23-1~23-n)とを含む。

【0014】このとき、監視装置(15)は、更に、タービンの出力(P)に対応する物理量に基づいて、許容量(R)を定める許容量決定器(36~39)と、温度差時間変化( $|\Delta t T_n|$ )と許容量(R)とを比較して、当該ガスタービンプラントが異常であるか否かを示す警告信号( $AL-1 \sim AL-n$ )を発生する判定器(35)とを含む。

【0015】前述の物理量は、タービンの出力(P)そのものであることが可能である。

【0016】また、前述の物理量は、第1~第n温度の平均である平均温度( $T_{AVE}$ )であることが可能である。

【0017】また、前述の物理量は、タービン(2)が排出する排気ガス(11)の温度であることが可能である。

【0018】また、燃焼器(3)は、燃料(6)を燃焼して燃焼ガス(11)を発生する。このとき、前述の物理量は、燃焼器(3)に供給される燃料(6)の量であることが可能である。

【0019】また、当該ガスタービンプラントは、更に、燃焼器(3)に燃料(6)を供給する燃料制御弁(7)を備える。燃焼器(3)は、燃料(6)を燃焼して燃焼ガス(11)を発生する。このとき、前述の物理量は、燃料制御弁(7)の開度であることが可能である。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しながら、本発明による実施の形態のガスタービンプラントを説明する。

【0021】実施の第1形態：本発明の実施の第1形態のガスタービンプラントは、図1に示されているように、圧縮機1、タービン2、燃焼器3を含む。圧縮機1は、外部の空気を取り込んで圧縮し、圧縮空気5を生成する。圧縮空気5は、燃焼器3に導かれる。

【0022】燃焼器3には、燃料供給弁7を介して燃料6が供給される。燃焼器3は、燃料6を圧縮空気5に加えて燃焼し、燃焼空気10を生成する。燃焼空気10は、タービン2を駆動した後、排気ガス11として排気部12に排出される。

【0023】タービン2のタービン出口の近傍には、温度検出器13が設けられている。温度検出器13は、一の円周上にあるn箇所に、等間隔にn個設けられてい



る。但し、図2には、温度検出器13のうちの2つしか図示されていない。温度検出器13は、タービン出口の近傍の $n$ 箇所の温度を計測する。その温度を、以下では、ブレードパス温度 $T_1 \sim T_n$ と記載する。温度検出器13は、ブレードパス温度 $T_1 \sim T_n$ を監視装置15に出力する。

【0024】図2は、監視装置15の構成を示す。監視装置15は、平均演算器21、比較判定器22-1~22-n、温度変化判定器23-1~23-n、及びORゲート24-1~24-nを含む。

【0025】平均演算器21は、ブレードパス温度 $T_1 \sim T_n$ の平均温度 $T_{AVE}$ を算出する。

【0026】比較判定器22-1は、平均温度 $T_{AVE}$ とブレードパス温度 $T_1$ との差 $\Delta T_1$ が所定の温度差 $\Delta T_{LIM}$ 以上であるとき、警告信号 $AT-1$ を出力する。一方、比較判定器22-1は、差 $\Delta T_1$ が、温度差 $\Delta T_{LIM}$ よりも小さいとき、警告信号 $AT-1$ を出力しない。

【0027】比較判定器22-2~22-nは、それに入力されるブレードパス温度が異なる点以外、比較判定器22-1と同様の動作をする。即ち、比較判定器22-1~22-nのうちの比較判定器22- $i$  ( $i$ は、1以上 $n$ 以下の整数)は、平均温度 $T_{AVE}$ とブレードパス温度 $T_i$ との差 $\Delta T_i$ が所定の温度差 $\Delta T_{LIM}$ 以上であるとき、警告信号 $AT-i$ を出力する。また、比較判定器22- $i$ は、差 $\Delta T_i$ が、温度差 $\Delta T_{LIM}$ よりも小さいとき、警告信号 $AT-i$ を出力しない。

【0028】温度変化判定器23-1は、平均温度 $T_{AVE}$ とブレードパス温度 $T_1$ との差 $\Delta T_1$ の時間変化が異常であるかを判断する。温度変化判定器23-1は、差 $\Delta T_1$ の時間変化が異常であると判断したとき、警告信号 $ADT-1$ を出力する。差 $\Delta T_1$ の時間変化が異常でないと判断したときは、温度変化判定器23-1は、警告信号 $ADT-1$ を出力しない。

【0029】温度変化判定器23-2~23-nは、それに入力されるブレードパス温度が異なる点以外、温度変化判定器23-1と同様の動作をする。即ち、温度変化判定器23-1~23-nのうちの温度変化判定器23- $i$  ( $i$ は、1以上 $n$ 以下の整数)は、平均温度 $T_{AVE}$ とブレードパス温度 $T_i$ との差 $\Delta T_i$ の時間変化が異常であるかを判断する。温度変化判定器23- $i$ は、差 $\Delta T_i$ の時間変化が異常であると判断したとき、警告信号 $ADT-i$ を出力する。差 $\Delta T_i$ の時間変化が異常でないと判断したときは、温度変化判定器23- $i$ は、警告信号 $ADT-i$ を出力しない。

【0030】平均温度 $T_{AVE}$ とブレードパス温度 $T_i$ との差 $\Delta T_i$ が異常監視に用いられるのは、以下の理由による。ブレードパス温度 $T_i$ は、ガスタービンプラントの運転状況に応じて変化する。したがって、ブレードパス温度 $T_i$ が異常であるか否かを判断する基準値は、

ガスタービンプラントの運転状況に応じて定められる必要がある。本実施の形態では、ブレードパス温度 $T_1 \sim T_n$ の平均温度 $T_{AVE}$ が異常と判断する基準として使用される。平均温度 $T_{AVE}$ とブレードパス温度 $T_i$ との差 $\Delta T_i$ が異常な挙動を示すことは、ブレードパス温度 $T_i$ が異常であると判断できる。平均温度 $T_{AVE}$ が異常と判断する基準として使用することにより、ブレードパス温度 $T_i$ の基準値を、改めてガスタービンプラントの運転状況に応じて定める必要がない。

【0031】更に、差 $\Delta T_i$ の時間変化の許容量 $R$ は、前述されたガスタービンプラントの出力 $P$ の時間変化に応じて変更される。その理由は、以下のとおりである。ガスタービンプラントの出力 $P$ が変動すると、スワラーが起こり、燃焼器3が出力する燃焼ガス10は捻れてタービン2を通過する。燃焼ガス10が捻れると、ブレードパス温度 $T_1 \sim T_n$ が変動する。即ち、ガスタービンプラントの出力 $P$ の変動に応じて発生するブレードパス温度 $T_1 \sim T_n$ の変動は、燃焼器3の異常を示すものではない。そこで、ガスタービンプラントの出力 $P$ が変動している場合には、差 $\Delta T_i$ の時間変化の許容量 $R$ は、より大きくされる。一方、ガスタービンプラントの出力 $P$ が変動していない場合には、差 $\Delta T_i$ の時間変化の許容量 $R$ は、より小さくされる。これにより、燃焼器3の異常をより正しく検出することができる。

【0032】温度変化判定器23-1~23-nの構成及び動作の詳細は、後述され、ここでは説明されない。

【0033】比較判定器22-1によって生成される警告信号 $AT-1$ と、温度変化判定器23-1によって生成される警告信号 $ADT-1$ とは、ORゲート24-1に入力される。

【0034】ORゲート24-1は、警告信号 $AT-1$ と警告信号 $ADT-1$ との論理和をとって、警告信号 $AL-1$ を生成する。警告信号 $AL-1$ は、ブレードパス温度 $T_1$ 自体又はブレードパス温度 $T_1$ の時間変化が異常であるとき、出力される。

【0035】同様に、比較判定器22-1~22-nのうちの比較判定器22- $i$ によって生成される警告信号 $AT-i$ と、温度変化判定器23-1~23-nのうちの温度変化判定器23- $i$ によって生成される警告信号 $ADT-i$ とは、ORゲート24- $i$ に入力される。 $i$ は、1以上 $n$ 以下の整数である。

【0036】同様に、ORゲート24-1~24-nのうちのORゲート24- $i$ は、警告信号 $AT-i$ と警告信号 $ADT-i$ との論理和をとって、警告信号 $AL-i$ を生成する。警告信号 $AL-i$ は、ブレードパス温度 $T_i$ 自体、又は、ブレードパス温度 $T_i$ の時間変化が異常であるとき出力される。警告信号 $AL-1 \sim AL-n$ は、それぞれ、ブレードパス温度 $T_1 \sim T_n$ の挙動が異常であるか否かを示すことになる。

【0037】続いて、温度変化判定器23-1~23-

nの構成の詳細を説明する。温度変化判定器23-1~23-nは、入力されるブレードパス温度が異なる以外は同一の構成を有している。そこで温度変化判定器23-1の構成を代表して説明することにする。

【0038】図3は、温度変化判定器23-1の構成を示す。温度変化判定器23-1は、差分器31、遅延器32、差分器33、絶対値算出器34、判定器35、遅延器36、差分器37、絶対値算出器38、関数器39、ANDゲート40、及び遅延器41を含む。

【0039】差分器31は、ブレードパス温度 $T_1$ と平均温度 $T_{AVE}$ との差 $\Delta T_1$ を算出する。遅延器32は、差 $\Delta T_1$ を1分だけ遅延して出力する。遅延された差 $\Delta T_1$ は、以下、差 $\Delta T_1'$ と記載される。差 $\Delta T_1'$ は、1分前のブレードパス温度 $T_1$ と平均温度 $T_{AVE}$ との差を示す。差分器33は、差分器31から直接にうけとった差 $\Delta T_1$ と、遅延された差 $\Delta T_1'$ との差 $\Delta t T_1$ を算出する。差 $\Delta t T_1$ は、1分間における差 $\Delta T_1$ の時間変化を示すことになる。絶対値算出器34は、差 $\Delta t T_1$ の絶対値 $|\Delta t T_1|$ を算出する。判定器35は、絶対値 $|\Delta t T_1|$ が、許容量Rよりも大きいかなんかを判断する。前述のとおり、許容量Rは、ガスタービンプラントの出力Pの時間変化に基づいて定められる。許容量Rは、遅延器36、差分器37、絶対値算出器38、及び関数器39により定められる。

【0040】遅延器36には、ガスタービンプラントの出力Pが入力される。遅延器36は、出力Pを1分だけ遅延して出力する。遅延された出力Pは、以下、出力P'と記載される。出力P'は、1分前のガスタービンプラントの出力である。差分器37は、出力Pと出力P'の差 $\Delta t P$ を算出する。差 $\Delta t P$ は、1分間のガスタービンプラントの出力Pの変化を示す。絶対値算出器38は、差 $\Delta t P$ の絶対値 $|\Delta t P|$ を算出する。関数器39は、絶対値 $|\Delta t P|$ に基づいて、前述の許容量Rを算出する。

【0041】図4は、関数器39が算出する許容量Rの絶対値 $|\Delta t P|$ に対する依存性を示す。以下に設定の例を示す。許容量Rは、絶対値 $|\Delta t P|$ に対して広義に単調に増加する。より詳細には、許容量Rは、 $0 \leq |\Delta t P| \leq \alpha_1$ のとき、 $\beta_1$ で一定になる。また、 $\alpha_1 \leq |\Delta t P| \leq \alpha_2$ のとき、許容量Rは、 $\beta_1$ から $\beta_2$ まで $|\Delta t P|$ に対して線形に増加する。また、 $|\Delta t P| \geq \alpha_2$ のとき、許容量Rは、 $\beta_2$ で一定になる。

【0042】即ち、ガスタービンプラントの出力Pの変動が大きいと、許容量Rが大きくなり、ガスタービンプラントの出力Pの変動が小さいと、許容量Rも小さくなる。ただし、許容量Rの下限は $\beta_1$ であり、許容量Rの上限は、 $\beta_2$ である。

【0043】判定器35の出力は、絶対値 $|\Delta t T_1|$ が許容量R以上であるとき、ON状態になり、絶対値 $|\Delta t T_1|$ が許容量Rより小さいとき、OFF状態にな

る。判定器35の出力は、ANDゲート40の第1入力端子に接続されている。

【0044】ANDゲート40の第2入力端子には、遅延器41の出力端子が接続されている。遅延器41には、ガスタービンプラントが運転状態にあるか否かを示す、並列信号ONが入力される。並列信号ONは、ガスタービンプラントが運転状態にあるときON状態にされる。遅延器41は、並列信号ONを1分だけ遅延して出力する。

【0045】ANDゲート40は、判定器35の出力と、遅延器41の出力の論理積をとって前述の警告信号ADT-1を出力する。警告信号ADT-1は、ガスタービンプラントが運転状態にあり、且つ、絶対値 $|\Delta t T_1|$ が許容量R以上であるとき、ON状態になり、ブレードパス温度 $T_1$ の時間変化の異常を警告する。

【0046】前述のとおり、温度変化判定器23-1~23-nは、入力されるブレードパス温度が異なる以外は同一の構成を有しており、その説明は行われぬ。

【0047】本実施の形態のブレードパス温度監視装置は、ブレードパス温度 $T_i$ と平均温度 $T_{AVE}$ との差 $\Delta T_i$ の時間変化 $|\Delta t T_i|$ に基づいて、ブレードパス温度 $T_i$ の異常を検出する。燃焼器3の異常でないブレードパス温度 $T_i$ の変化が発生しても、燃焼器3の異常の検出の感度を高くすることができる。

【0048】更に、本実施の形態のブレードパス温度監視装置は、差 $\Delta T_1 \sim \Delta T_n$ の時間変化 $|\Delta t T_n|$ の許容量Rが、ガスタービンプラントの出力Pの時間変化によって調整される。これにより、ガスタービンプラントの運用に伴うスワラーの発生等の要因により、燃焼器3の異常でないブレードパス温度 $T_i$ の変化が発生しても、燃焼器3の異常の検出の感度を一層高くすることができる。

【0049】なお、本実施の形態では、差 $\Delta T_1 \sim \Delta T_n$ の時間変化 $|\Delta t T_n|$ の許容量Rは、ガスタービンプラントの出力Pに基づいて定められているが、許容量Rは、ガスタービンプラントの出力Pに一对一に対応する他の物理量に基づいて定められることも可能である。

【0050】例えば、前述のブレードパス温度 $T_1 \sim T_n$ の平均値 $T_{AVE}$ は、ガスタービンプラントの出力Pが大きくなるほど高くなり、ガスタービンプラントの出力Pに一对一に対応する。したがって、ガスタービンプラントの出力Pの代わりに、平均値 $T_{AVE}$ が用いられることが可能である。

【0051】また、タービン2が排出する排出ガス11の温度は、ガスタービンプラントの出力Pが大きくなるほど高くなり、ガスタービンプラントの出力Pに一对一に対応する。したがって、ガスタービンプラントの出力Pの代わりに、排出ガス11の温度が用いられることが可能である。

【0052】更に、ガスタービンプラントの出力Pは、



燃焼器3に供給される燃料6の流量が多くなるほど大きくなる。燃料6の流量は、ガスタービンプラントの出力Pに一对一に対応する。したがって、ガスタービンプラントの出力Pの代わりに、燃焼器3に供給される燃料6の流量が用いられることが可能である。

【0053】更に、ガスタービンプラントの出力Pは、燃焼器3に燃料6を供給する燃料供給弁7の開度が大きくなるほど大きくなる。燃料供給弁7の開度は、ガスタービンプラントの出力Pに一对一に対応する。したがって、ガスタービンプラントの出力Pの代わりに、燃料供給弁7の開度が用いられることが可能である。

【0054】実施の第2形態：実施の第2形態のガスタービンプラントは、実施の第1形態のガスタービンプラントとほぼ同様の構成を有する。実施の第2形態のガスタービンプラントは、実施の第1形態のガスタービンプラントの監視装置15が、図5に示されている監視装置15'に置換された構成を有する。実施の第2形態のガスタービンプラントの他の部分は、実施の第1形態のそれと同一の構成を有し、及び同一の動作を行う。

【0055】実施の第2形態のガスタービンプラントに含まれる監視装置15'は、ブレードパス温度 $T_1 \sim T_n$ の平均値 $T_{AVE}$ を算出しない点で、実施の第1形態のガスタービンプラントに含まれる監視装置15と異なる。図5に示されているように、監視装置15'は、比較判定器22-1' ~ 22-n'、温度変化判定器23-1' ~ 22-n'、及びORゲート24-1 ~ 24-nを含む。

【0056】比較判定器22-1'は、ブレードパス温度 $T_1$ と所定の基準値との偏差 $\delta T_1$ が所定の温度差 $\delta T_{LIM}$ 以上であるとき、警告信号AT-1を出力する。比較判定器22-1'は、偏差 $\delta T_1$ が、温度差 $\delta T_{LIM}$ よりも小さいとき、警告信号AT-1を出力しない。

【0057】比較判定器22-2' ~ 22-n'は、それに入力されるブレードパス温度が異なる点以外、比較判定器22-1と同様の動作をする。即ち、比較判定器22-1 ~ 22-nのうちの比較判定器22-i' (iは、1以上n以下の整数)は、ブレードパス温度 $T_i$ と所定の基準値との偏差 $\delta T_i$ が所定の温度差 $\delta T_{LIM}$ 以上であるとき、警告信号AT-iを出力する。また、比較判定器22-i'は、偏差 $\delta T_i$ が、温度差 $\delta T_{LIM}$ よりも小さいとき、警告信号AT-iを出力しない。

【0058】温度変化判定器23-1'は、ブレードパス温度 $T_1$ の時間変化が異常であるか否を判断する。実施の第1形態の監視装置15に含まれている温度変化判定器23-1では、平均温度 $T_{AVE}$ とブレードパス温度 $T_1$ との差 $\Delta T_1$ の時間変化に基づいて異常が検出されていることに留意されたい。温度変化判定器23-1'は、ブレードパス温度 $T_1$ の時間変化が異常である

と判断したとき、警告信号ADT-1を出力する。ブレードパス温度 $T_1$ の時間変化が異常でないと判断したときは、温度変化判定器23-1'は、警告信号ADT-1を出力しない。

【0059】温度変化判定器23-2' ~ 23-n'は、それに入力されるブレードパス温度が異なる点以外、温度変化判定器23-1'と同様の動作をする。即ち、温度変化判定器23-1 ~ 23-nのうちの温度変化判定器23-i' (iは、1以上n以下の整数)は、ブレードパス温度 $T_i$ の時間変化が異常であるか否を判断する。温度変化判定器23-i'は、ブレードパス温度 $T_i$ の時間変化が異常であると判断したとき、警告信号ADT-iを出力する。ブレードパス温度 $T_i$ の時間変化が異常でないと判断したときは、温度変化判定器23-i'は、警告信号ADT-iを出力しない。

【0060】このとき、ブレードパス温度 $T_i$ の時間変化の許容量Rは、ガスタービンプラントの出力Pの時間変化に応じて変更される。その理由は、実施の第1形態で説明されたとおりである。

【0061】ORゲート24-1は、警告信号AT-1と警告信号ADT-1との論理和をとって、警告信号AL-1を生成する。警告信号AL-1は、ブレードパス温度 $T_1$ 自体又はブレードパス温度 $T_1$ の時間変化が異常であるとき、出力される。

【0062】同様に、ORゲート24-1 ~ 24-nのうちのORゲート24-iは、警告信号AT-iと警告信号ADT-iとの論理和をとって、警告信号AL-iを生成する。警告信号AL-iは、ブレードパス温度 $T_i$ 自体、又は、ブレードパス温度 $T_i$ の時間変化が異常であるとき出力される。警告信号AL-1 ~ AL-nは、それぞれ、ブレードパス温度 $T_1 \sim T_n$ の挙動が異常であるか否を示すことになる。

【0063】図6は、温度変化判定器23-1'の構成を示す。温度変化判定器23-1'は、実施の第1形態の温度変化判定器23-1に含まれている差分器31が除かれ、代わりに、ブレードパス温度 $T_1$ が、直接に、遅延器32と差分器33に入力された構成を有する。温度変化判定器23-1'は、遅延器32、差分器33、絶対値算出器34、判定器35、遅延器36、差分器37、絶対値算出器38、関数器39、ANDゲート40、及び遅延器41を含む。

【0064】遅延器32は、ブレードパス温度 $T_1$ を1分だけ遅延して出力する。遅延されたブレードパス温度 $T_1$ は、以下、ブレードパス温度 $T_1'$ と記載される。差分器33は、直接にうけとったブレードパス温度 $T_1$ と、遅延されたブレードパス温度 $T_1'$ との差 $\Delta T_1'$ を算出する。差 $\Delta T_1'$ は、1分間のブレードパス温度 $T_1$ の時間変化を示すことになる。絶対値算出器34は、差 $\Delta T_1'$ の絶対値 $|\Delta T_1'|$ を算出する。判定器35は、絶対値 $|\Delta T_1'|$ が、許容

量 $R$ よりも大きいか否かを判断する。許容量 $R$ は、ガスタービンプラントの出力 $P$ の時間変化に基づいて定められる。許容量 $R$ は、遅延器36、差分器37、絶対値算出器38、及び関数器39により定められる。

【0065】遅延器36には、ガスタービンプラントの出力 $P$ が入力される。遅延器36は、出力 $P$ を1分だけ遅延して出力する。遅延された出力 $P$ は、以下、出力 $P'$ と記載される。出力 $P'$ は、1分前のガスタービンプラントの出力である。差分器37は、出力 $P$ と出力 $P'$ の差 $\Delta t P$ を算出する。差 $\Delta t P$ は、1分間のガスタービンプラントの出力 $P$ の変化を示す。絶対値算出器38は、差 $\Delta t P$ の絶対値 $|\Delta t P|$ を算出する。関数器39は、絶対値 $|\Delta t P|$ に基づいて、前述の許容量 $R$ を算出する。

【0066】関数器39が絶対値 $|\Delta t P|$ に基づいて許容量 $R$ を算出する態様の一例は、実施の第1形態において図4を参照しながら説明されたとおりである。ガスタービンプラントの出力 $P$ の変動が大きいと、許容量 $R$ が大きくなり、ガスタービンプラントの出力 $P$ の変動が小さいと、許容量 $R$ も小さくなる。ただし、許容量 $R$ の下限は $\beta_1$ であり、許容量 $R$ の上限は、 $\beta_2$ である。

【0067】判定器35の出力は、絶対値 $|\Delta t T_1|$ が許容量 $R$ 以上であるとき、ON状態になり、絶対値 $|\Delta t T_1|$ が許容量 $R$ より小さいとき、OFF状態になる。判定器35の出力は、ANDゲート40の第1入力端子に接続されている。

【0068】ANDゲート40の第2入力端子には、遅延器41の出力端子が接続されている。遅延器41には、ガスタービンプラントが運転状態にあるか否かを示す、並列信号ONが入力される。並列信号ONは、ガスタービンプラントが運転状態にあるときON状態にされる。遅延器41は、並列信号ONを1分だけ遅延して出力する。

【0069】ANDゲート40は、判定器35の出力と、遅延器41の出力の論理積をとって前述の警告信号ADT-1を出力する。警告信号ADT-1は、ガスタービンプラントが運転状態にあり、且つ、絶対値 $|\Delta t T_1|$ が許容量 $R$ 以上であるとON状態になり、ブレードパス温度 $T_1$ の時間変化の異常を警告する。

【0070】温度変化判定器23-2'～23-n'は、入力されるブレードパス温度が異なる以外は温度変化判定器23-1'と同一の構成を有しており、その説明は行われない。

【0071】実施の第2形態のガスタービンプラントは、ブレードパス温度 $T_i$ の時間変化 $|\Delta t T_i|$ に基づいて、ブレードパス温度 $T_i$ の異常を検出する。燃焼器3の異常でないブレードパス温度 $T_i$ の変化が発生しても、燃焼器3の異常の検出の感度を高くすることができる。

【0072】更に、本実施の形態のブレードパス温度監

視装置は、ブレードパス温度 $T_i$ の時間変化 $|\Delta t T_i|$ の許容量 $R$ が、ガスタービンプラントの出力 $P$ の時間変化によって調整される。これにより、ガスタービンプラントの運用に伴うスワラーの発生等の要因により、燃焼器3の異常でないブレードパス温度 $T_i$ の変化が発生しても、燃焼器3の異常の検出の感度を一層高くすることができる。

【0073】なお、本実施の形態においても実施の第1形態と同様に、許容量 $R$ は、ガスタービンプラントの出力 $P$ に一对一に対応する他の物理量に基づいて定められることも可能である。その物理量としては、燃料6の流量、排出ガス11の温度、燃料供給弁7の開度が使用され得る。

【0074】

【発明の効果】本発明により、ブレードパス温度を監視して燃焼器の異常を検出するガスタービンプラントであって、ブレードパス温度に異常でない変動が発生しても、異常発生を検出の感度が高いものが提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の実施の形態のガスタービンプラントを示す。

【図2】図2は、監視装置15の構成を示す。

【図3】図3は、温度変化判定器23-1の構成を示す。

【図4】図4は、1分間のガスタービンプラントの出力 $P$ の変化を示す $\Delta t P$ の絶対値 $|\Delta t P|$ に対する許容量 $R$ の依存性を示す。

【図5】図5は、実施の第2形態のガスタービンプラントに含まれる監視装置15'の構成を示す。

【図6】図6は、温度変化判定器23-1'の構成を示す。

【図7】図7は、従来のガスタービンプラントを示す。

【符号の説明】

1：圧縮機

2：タービン

3：燃焼器

21：平均演算器

22-1～22-n：比較判定器

23-1～23-n：温度変化判定器

24-1～24-n：ORゲート

31：差分器

32：遅延器

33：差分器

34：絶対値算出器

35：判定器

36：遅延器

37：差分器

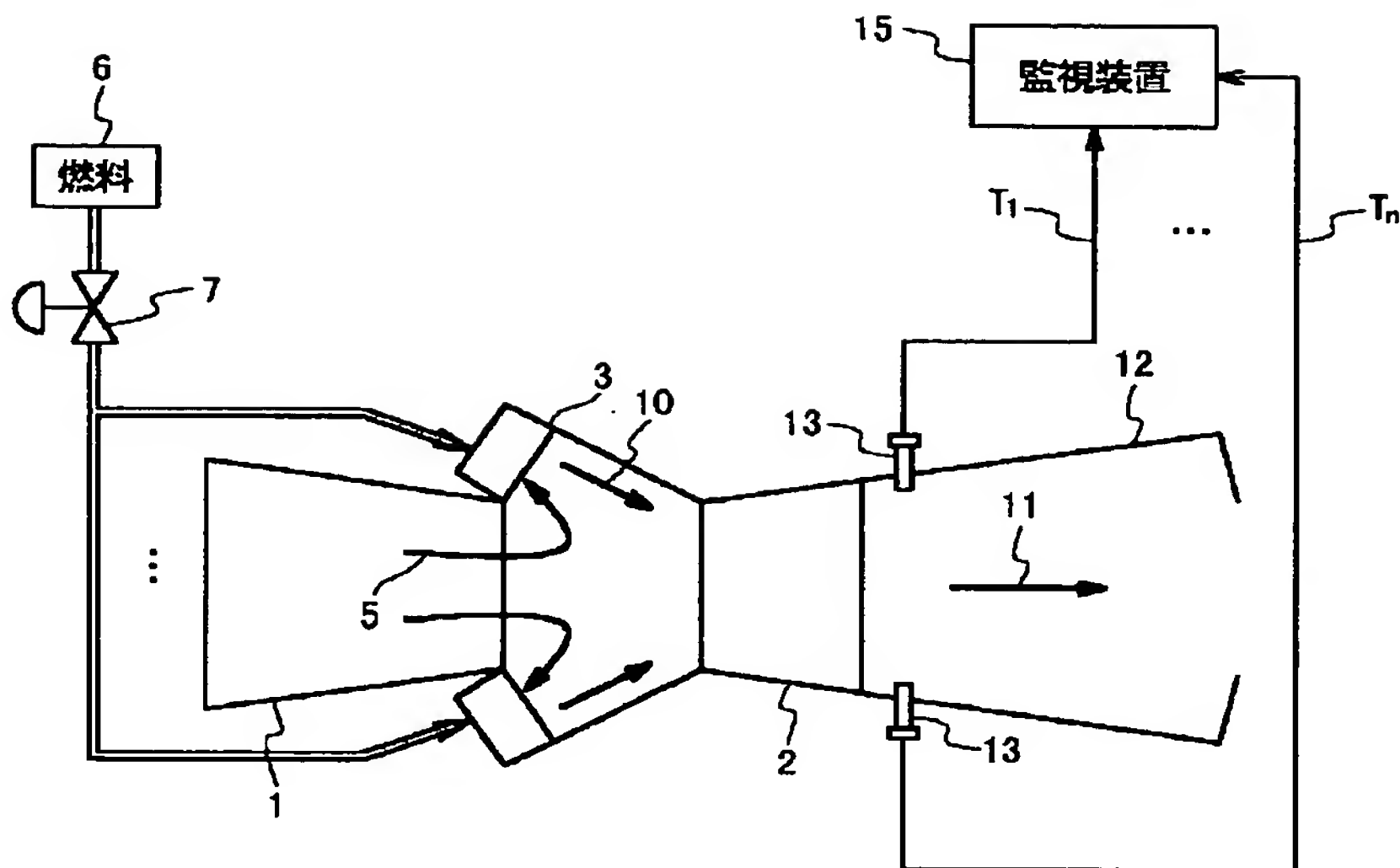
38：絶対値算出器

39：関数器

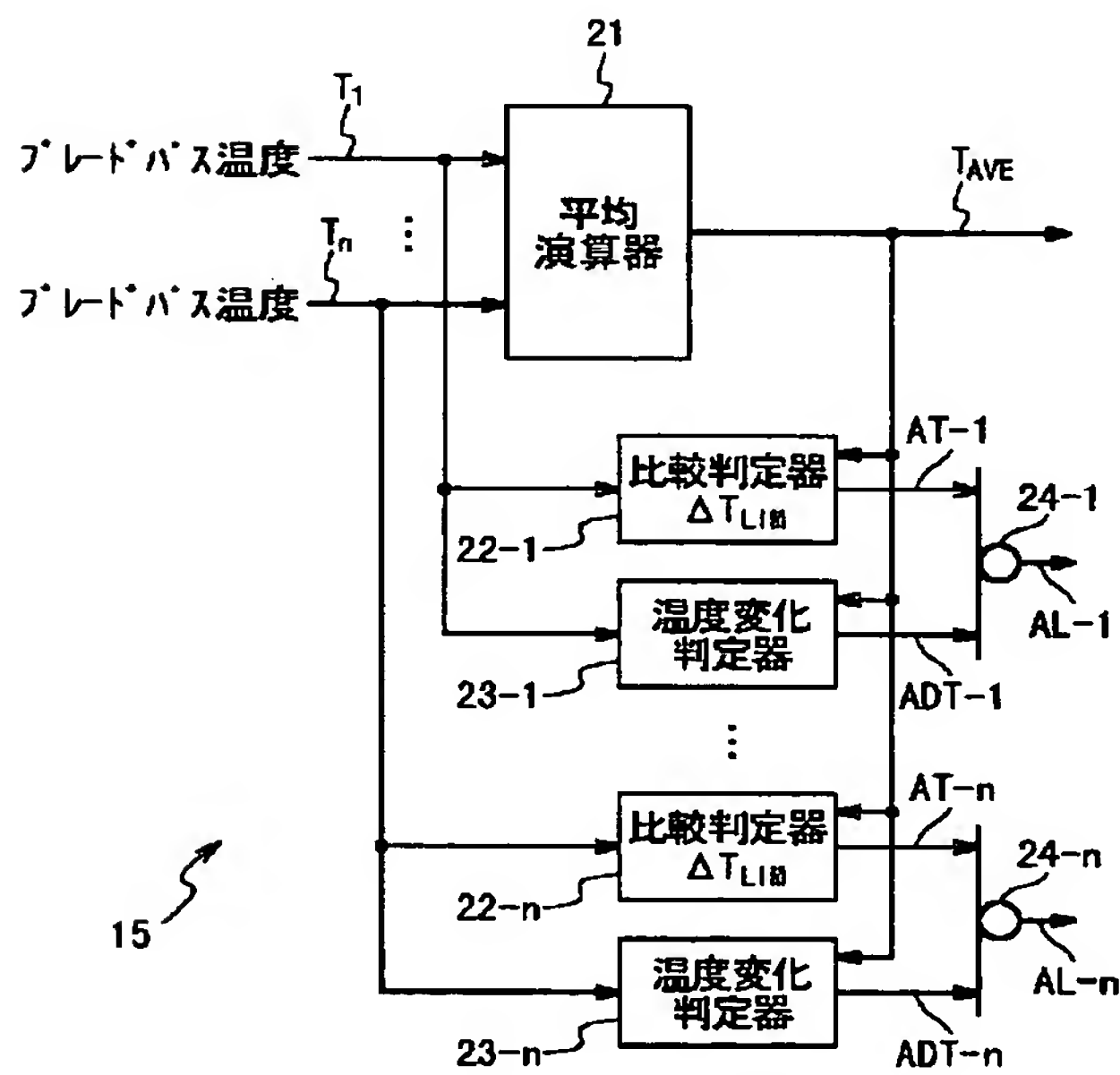
40：ANDゲート

41: 遅延器

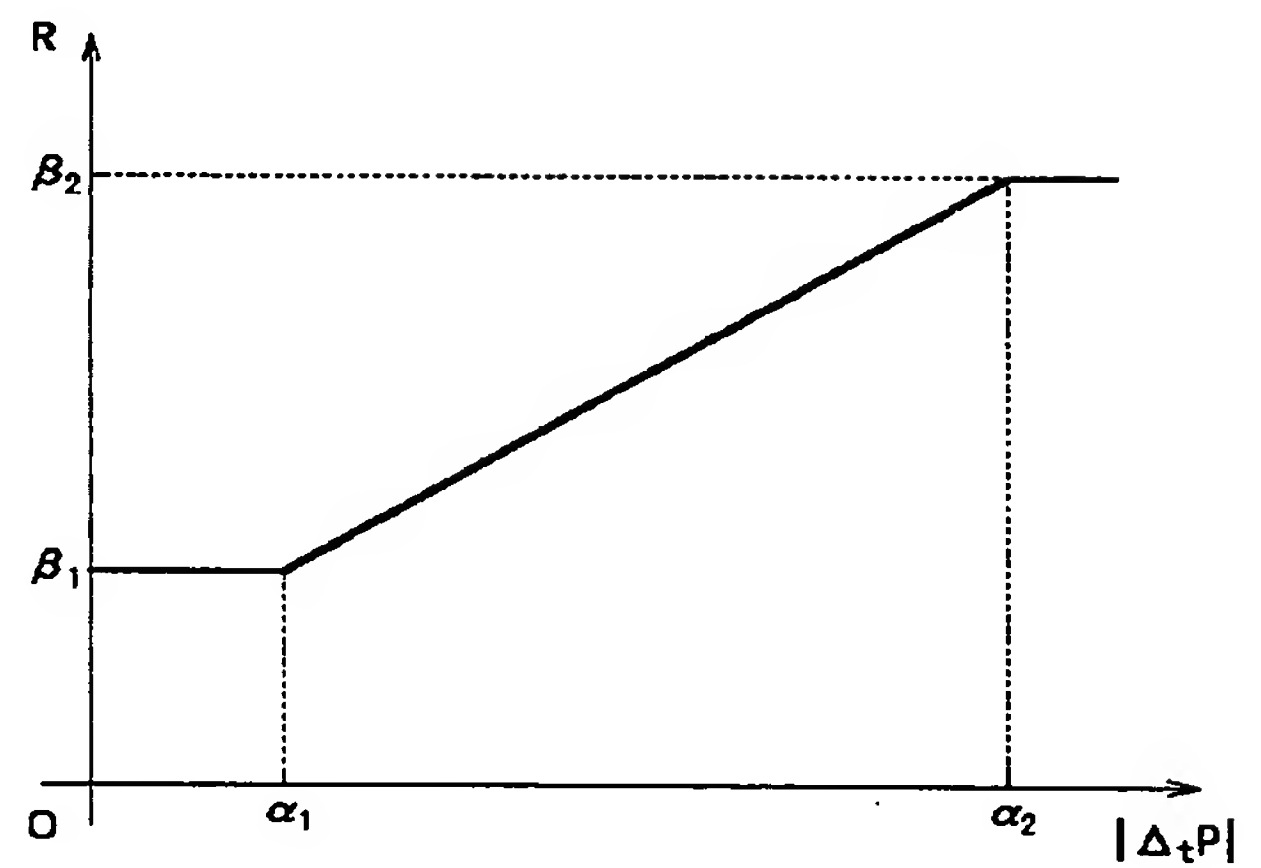
【図1】



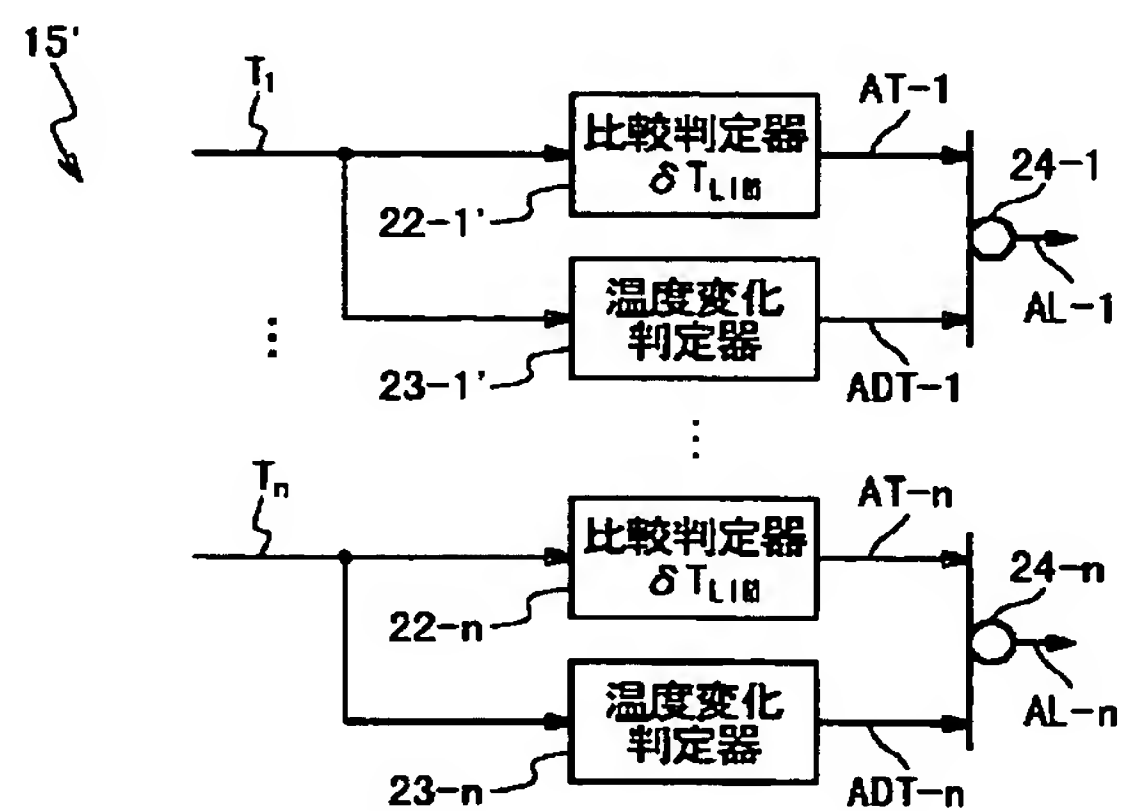
【図2】



【図4】

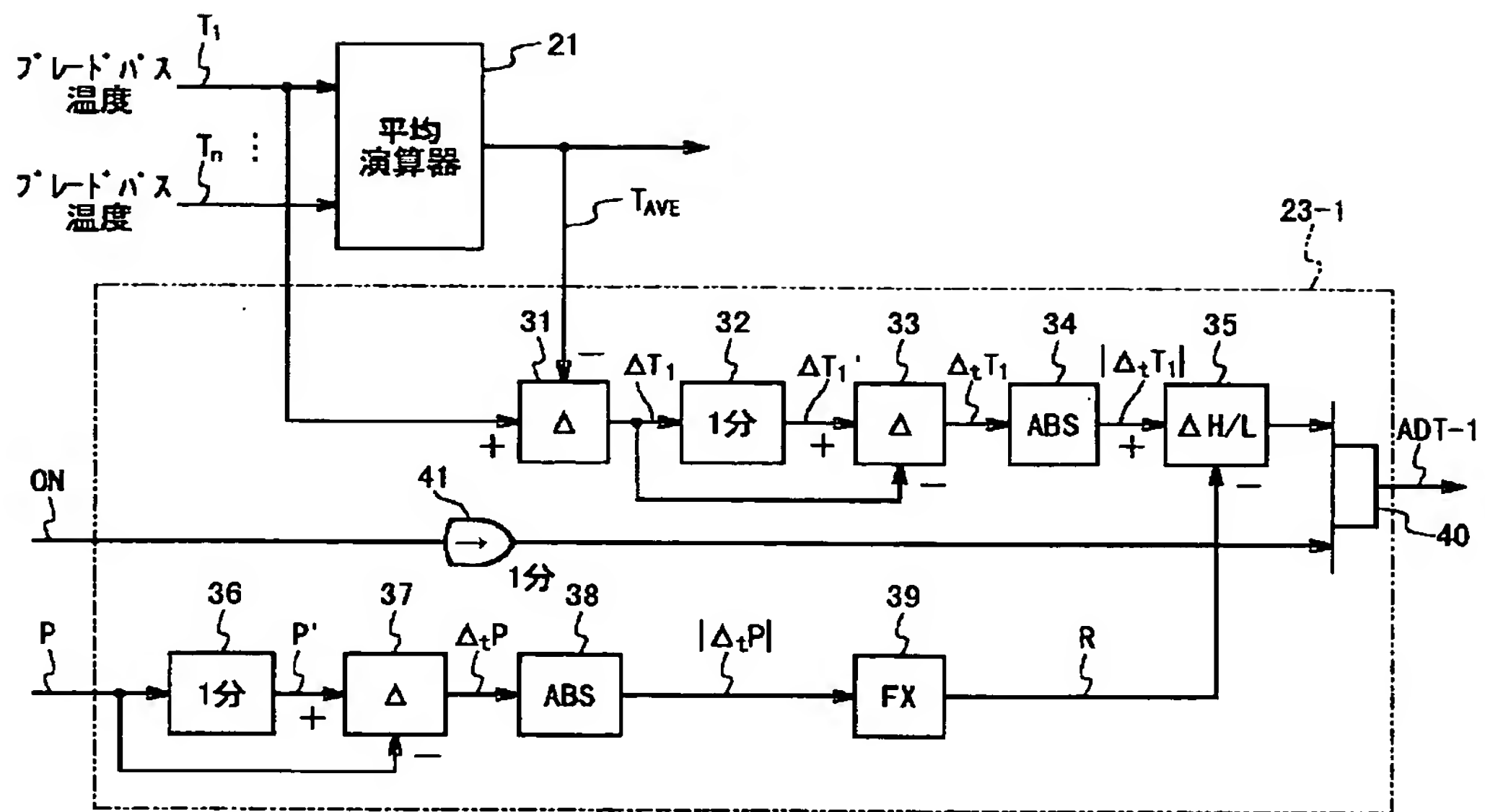


【図5】

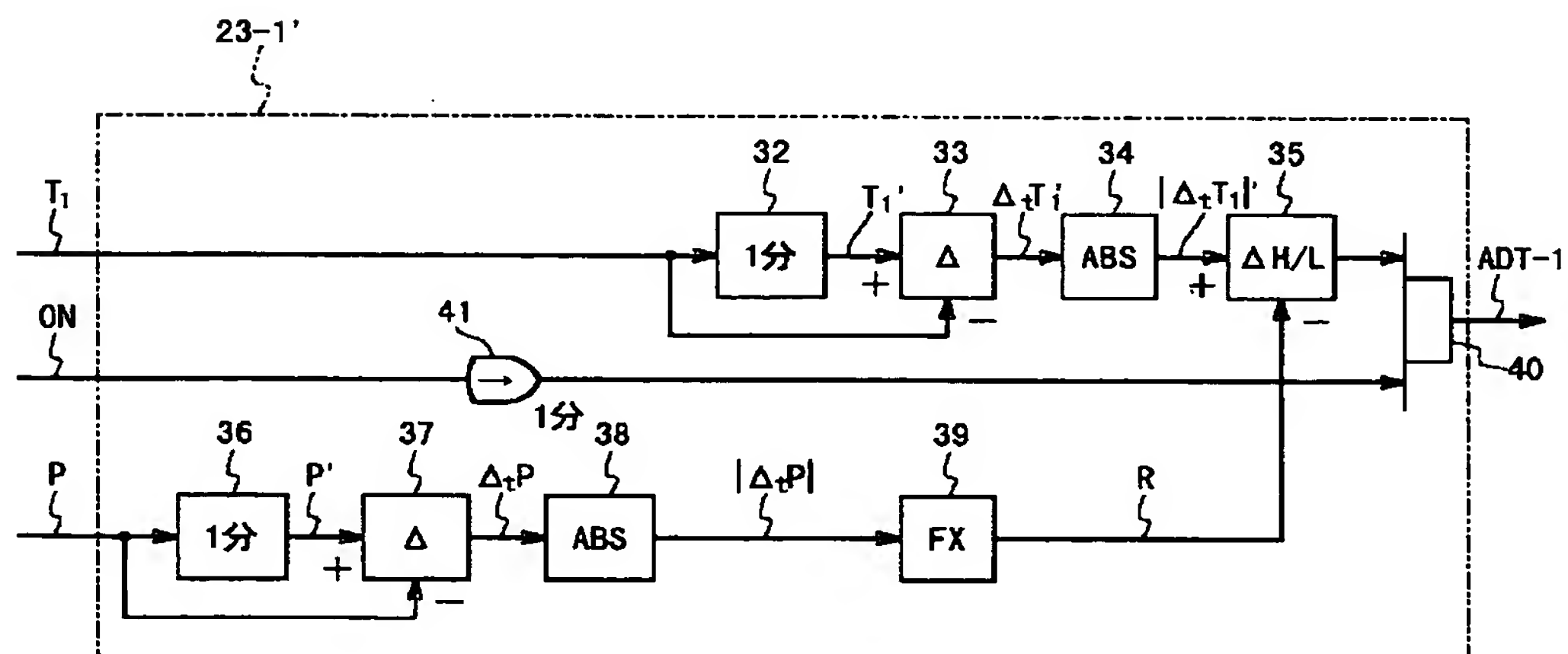




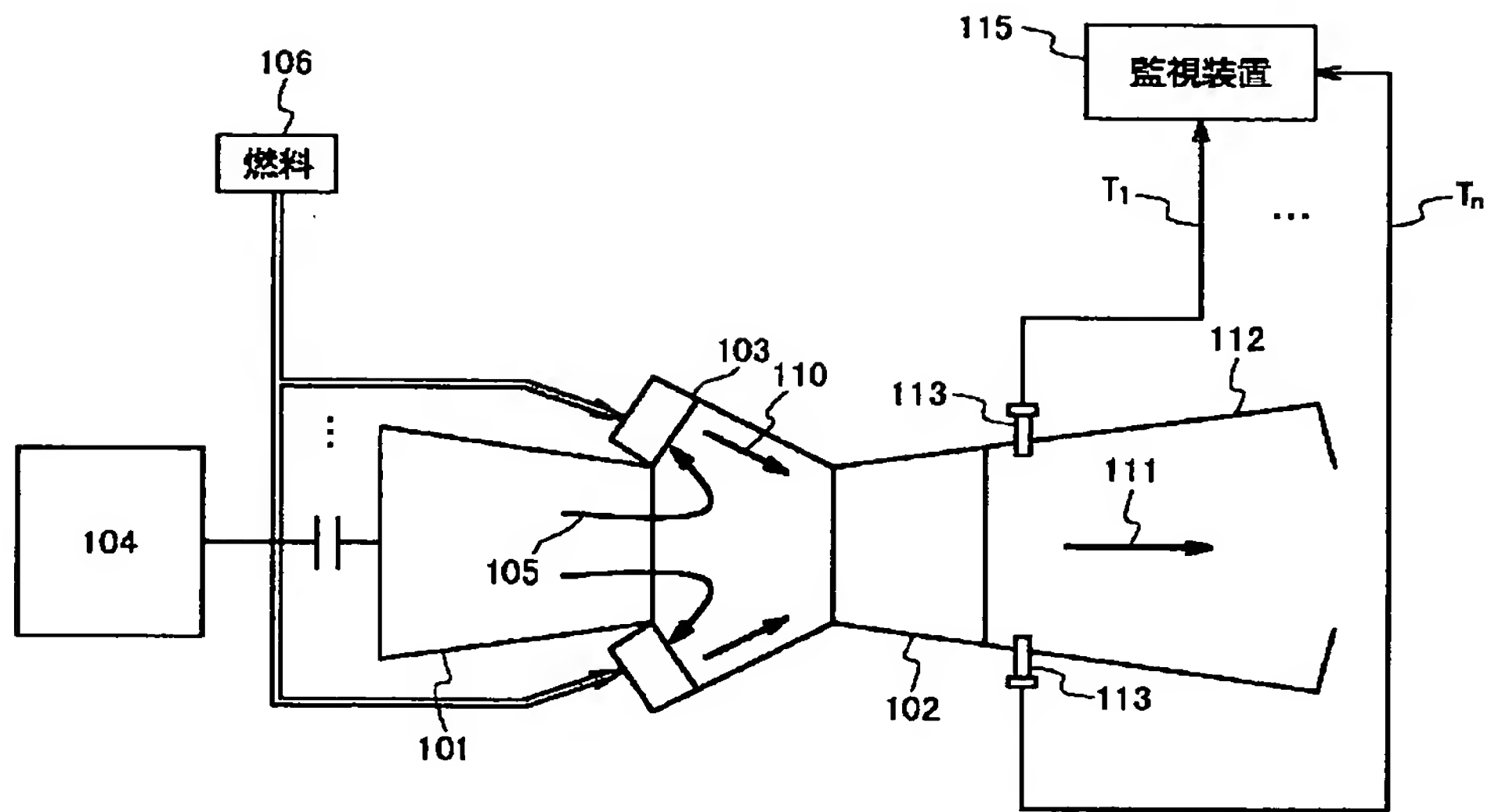
【図 3】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G071 AA02 AB01 BA24 BA25 CA09  
 EA02 EA05 EA06 FA01 FA05  
 FA06 FA07 GA04 GA06 HA05  
 JA02